

5AF-P06: คุกกี้เสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาปิ้งสุก

Cookies Fortified with Calcium from Cooked Fish Bones

ทัตดาว ภาณีผล^{1*} และทรัพย์ประภา ผลรุ่ง¹
Tatdao Paseephol^{1*} and Sabprapa Phonrung¹

บทคัดย่อ

ปลาทาบิมเป็นปลาน้ำจืดที่นิยมบริโภคในประเทศไทย เนื่องจากมีไขมันในเนื้อปลาน้อยกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ นิยมบริโภคในแบบปลาทาบิมทอด นึ่งหรือย่าง ทำให้มีกระดูกปลาเป็นผลพลอยได้จากร้านอาหาร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมกระดูกปลาทาบิมปิ้งสุกต่อคุณภาพของคุกกี้ โดยการเติมคุกกี้ด้วยกระดูกปลาผงคิดเป็นร้อยละ 3 6 และ 9 ของน้ำหนักโด คุกกี้ที่ได้นำมาวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัส เทียบกับคุกกี้ชุดควบคุมที่เติมกระดูกปลาร้อยละ 0 ผลการศึกษพบว่า การเติมกระดูกปลาผง ส่งผลต่อการลดลงของคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมโดยเฉพาะด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่น ความกรอบ ความรู้สึกในปากลดลงในระดับการเติมกระดูกปลาผงมากกว่าร้อยละ 6 ขึ้นไป คุกกี้ที่เติมกระดูกปลาปิ้งสุกทั้ง 3 ระดับ มีค่ากิจกรรมน้ำอิสระ ความกว้าง ความหนาและอัตราการแผ่ตัวไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แม้ว่ามีแนวโน้มลดลง ตามปริมาณการเติมที่มากขึ้น และมีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในด้านความกว้างและค่าความชื้น การเติมกระดูกปลาผงส่งผลให้ค่า L^* และค่า b^* ของคุกกี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อนำคุกกี้เสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาที่ได้รับการยอมรับสูงสุด คือ ร้อยละ 3 และ 6 ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ใน 100 กรัม ให้คุณค่าทางโภชนาการดังนี้ ความชื้นร้อยละ 1.78-2.93 ไขมันร้อยละ 25.45-25.83 โปรตีนร้อยละ 9.13-9.69 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 57.99-58.86 และเถ้าร้อยละ 3.24-5.08

คำสำคัญ: กระดูกปลาปิ้งสุก คุกกี้ ปลาทาบิม แคลเซียม

Abstract

Red hybrid tilapia fish (*Oreochromis niloticus* x *mossambicus*) are popular fish species consumed in Thailand because of lower fat content than other meat. They are consumed as fried or grilled fish. Fish bones are therefore a by-product from the restaurant. This study aimed to study the effect of incorporating cooked red hybrid tilapia fish bone powder on quality of cookies. The fish bone powder was added to the cookies at the rates of 3, 6 and 9% of dough weight. The obtained cookies were investigated for the physical characteristics and sensory acceptances as compared to the control (0%). The results showed that the addition of fish bone powder significantly decreased the appearance, color and overall-liking acceptance scores of cookies ($P < 0.05$). The acceptance scores of odor, crispness and mouth-feel decreased noticeably with the addition of fish bone above 6%. No significant differences in water activity, the width, thickness and spread ratio ($P > 0.05$) were found among the three fortified cookies although there was a decrease trend with increasing fish bone level. The width and moisture content of fortified cookies was significantly lower than those of the control. Adding fish bone powder into cookies resulted in significant increasing of L^* and b^* values ($p < 0.05$). Cookies with the highest acceptance scores i.e. 3 and 6 % had a moisture content of 1.78-2.93%, lipid of 25.45-25.83%, protein of 9.13-9.69%, carbohydrate of 57.99-58.86% and ash of 3.24-5.08%.

Keywords: cooked fish bones, cookies, red hybrid tilapia, calcium

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

¹ Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Mahasarakham

* Corresponding author. E-mail: p.tatdao@gmail.com

บทนำ

ปลาทับทิม (*Oreochromis niloticus* x *mossambicus*) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย เนื่องจากให้เนื้อค่อนข้างมาก เลี้ยงง่าย มีราคาในตลาดค่อนข้างคงที่ และมีความต้องการอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในร้านอาหาร และตามโรงแรมหรือภัตตาคาร สามารถใช้ประกอบอาหารได้ทั้งนี้ ทอด ต้ม หรือย่าง การบริโภคปลาทับทิมทำให้เกิดเศษเหลือทิ้งจากหนัง กระดูกปลา (ก้างปลา) เกล็ด และครีบขึ้น โดยทั่วไปกระดูกปลามีปริมาณ 10-15% โดยน้ำหนักของเศษเหลือทิ้งทั้งหมด มีการนำมาใช้ประโยชน์น้อยและมักทิ้งเป็นของเสีย อย่างไรก็ตาม กระดูกปลาถือเป็นแหล่งของแร่ธาตุที่สำคัญ โดยเฉพาะแคลเซียม พบในปริมาณ 34-36% ของเนื้อทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในแคลเซียมฟอสเฟต (Hamada et al., 1995) มีรายงานว่าในกระดูกปลานิล (*Tilapia nilotica*) ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน 40.8% ลิพิด 25.3% เถ้า 18.3% และความชื้น 14.2% มีแคลเซียมสูงถึง 2,715.9 มิลลิกรัม รองลงไปเป็นฟอสฟอรัส 1,132.7 มิลลิกรัม (Prapasuwannakul, 2019)

งานวิจัยจำนวนหนึ่งได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ของกระดูกปลาผงในการเป็นแหล่งแคลเซียมจากธรรมชาติ รวมทั้งใช้เป็นส่วนผสมอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร อาทิเช่น Hemung & Sriuttha (2014) ศึกษาผลของการเติมสารสกัดแคลเซียมจากกระดูกปลานิลทดแทนน้ำแข็งที่มีต่อคุณภาพของไส้กรอกปลา พบว่า การเติมสารสกัดแคลเซียมช่วยเพิ่มปริมาณเถ้า ค่าความแข็งและคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกได้อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ Benjakul & Kamjanapratum (2018) พบว่าการเติมไบโอแคลเซียมจากกระดูกปลาทูน่าลงไปในขนมปังกรอบโฮลวีท ช่วยเพิ่มความเข้มข้นของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในผลิตภัณฑ์ มีระดับการเติมที่ไม่ส่งผลกระทบต่อเนื้อสัมผัส สี และคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส อยู่ที่ไม่เกิน 30% ของปริมาณแป้งโฮลวีท ส่วน Prapasuwannakul (2019) ศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยกระดูกปลานิลผงที่ระดับ 0-25% ในข้าวเกรียบปลา (fish cracker) พบการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคลเซียมโดยระดับการทดแทนที่ 15% ได้คะแนนการยอมรับมากกว่าที่ 20% และ 25% นอกจากนี้ พิรพงษ์ ทองอุบล, นิภาพร ชิดพันธ์, กุลชญา สีหวงวน และสุลิตา สิงโสม (2560) รายงานว่าการเสริมกระดูกปลากลายผงเสริมในผลิตภัณฑ์กราโนล่าบาร์ที่ระดับ 15% ได้คะแนนการยอมรับสูงสุดและช่วยเพิ่มแคลเซียมในปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน

คุกกี้ เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมชนิดหนึ่ง บริโภคได้ง่ายและสามารถเก็บได้นานเนื่องจากความชื้นต่ำ มีความหลากหลายในรูปทรง ขนาด ความยาว เนื้อสัมผัสและรสชาติ ส่วนผสมพื้นฐานจะประกอบด้วย แป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมกับแป้งชนิดอื่น ๆ น้ำตาล ไขมัน นม ไข่ เกล็ด สารแต่งกลิ่นรส สิ่งที่จะช่วยให้ขึ้นฟู เช่น ผงฟูหรือเบคกิ้งโซดา และอาจมีส่วนผสมอื่น เช่น สมุนไพร ผลไม้แห้ง กุ้งแห้งป่น โกโก้ เมล็ดธัญพืช เป็นต้น โดยนำมาผ่านกระบวนการหยอด หั่น ปั่น กด หรือวิธีอื่นที่เหมาะสมแล้วอบจนกรอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์, 2558) ประโยชน์ของคุกกี้ด้านสุขภาพจึงขึ้นอยู่กับส่วนผสม ซึ่งมีความพยายามในการปรับปรุงคุณค่าทางอาหารของคุกกี้ด้วยการดัดแปลงส่วนประกอบ เช่น การลดไขมันหรือน้ำตาลด้วยการเสริมใยอาหารจากวัสดุเศษเหลือของการแปรรูป การใช้แป้งชนิดต่างๆ ทดแทนแป้งสาลี รวมทั้งการเติมแคลเซียมจากกระดูกปลาชนิดต่างๆ เช่น ปลานิล (Fong-in, Phosri, Suttiapapa, Pimpangan & Utama-ang, 2020) ปลาสด (ผกาวิดี ภูจันทร์, 2559) ในขณะที่มีข้อมูลเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับการใช้กระดูกปลาปรุงสุกผงที่ได้มาจากร้านอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งการปรุงสุกด้วยเครื่องปรุงหรือเครื่องเทศ หรือการทอด อาจทำให้กระดูกมีน้ำมันหรือกลิ่นติดมา ส่งผลต่อการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมกระดูกปลาทับทิมปรุงสุกที่เป็นของเหลือทิ้งจากการบริโภคในร้านอาหารในปริมาณแตกต่างกันที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพ การยอมรับทางประสาทสัมผัสและองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้

วิธีการศึกษา

การเตรียมกระดูกปลาปรุงสุก

กระดูกปลาปรุงสุกของปลาทั้งตัวที่รวบรวมจากร้านขายปลาเผาที่ตั้งอยู่ในอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม 2562 นำส่วนหัวและกระดูกสันหลังของปลามาเตรียมกระดูกปลาผง โดยดัดแปลงจากวิธีของจรัญมาศ ที่อำมาตย์ (2550) และ Abdel-Moemin (2015) เริ่มจากล้างทำความสะอาดกระดูกปลา ทูบให้แห้งแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที กวน 4-6 ครั้ง ทุก 5 นาที จากนั้นนำกระดูกปลาไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรดอาหาร) 0.8% นาน 2 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำสะอาดและต้มซ้ำอีก 2 ครั้ง พักกระดูกปลาให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำกระดูกปลาที่ผ่านการอบมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหารแห้งจนละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช เก็บไว้ในถุงซิปล็อคที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งนำไปใช้งาน

การเตรียมคุกกี้

สูตรพื้นฐานของคุกกี้ดัดแปลงจากศรีสมร คงพันธุ์ (2551) ประกอบด้วยแป้งอเนกประสงค์ 160 กรัม เนยจืด 100 กรัม ไข่ไก่ 42 กรัม น้ำตาลทราย 66 กรัม วานิลลา 0.5 กรัม ผงฟู 1 กรัม และเกลือ 1.0 กรัม นอกจากนี้ยังเติมน้ำคั้นจากบีทรูท 15 กรัม เพื่อเพิ่มสีส้มของคุกกี้ให้มีความน่ารับประทานมากขึ้น ในการทดลองมีการเติมกระดูกปลาผงลงในคุกกี้ในปริมาณแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0% 3% 6% และ 9% ของน้ำหนักโด ตามแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) แสดงใน Table 1

Table 1 Formulation of enriched cookies with different levels of cooked fish bones (CFB)

Ingredients (g)	0%CFB	3%CFB	6%CFB	9%CFB
All-purpose wheat flour	160	160	160	160
Unsalted butter	100	100	100	100
Eggs	42	42	42	42
Sugar	66	66	66	66
Vanilla essence	0.5	0.5	0.5	0.5
Baking powder	1.0	1.0	1.0	1.0
Iodized salt	1.0	1.0	1.0	1.0
Beetroot juice	15	15	15	15
Cooked fish bone	-	11.57	23.13	34.70

การเตรียมคุกกี้ดัดแปลงจากวิธีการของ Abdel-Moemin (2015) เริ่มจากตีน้ำตาลและเนยด้วยเครื่องผสมนาน 5 นาที ให้เข้ากันจนเป็นครีม จากนั้นเติมไข่และกลิ่นวานิลลาลงไปและตีต่อ 2 นาที ตามด้วยแป้งที่ผ่านการร่อนและกระดูกปลาบด คนจนส่วนผสมเข้ากันดี แล้วเติมน้ำบีทรูท นวดประมาณ 3-5 นาที จนกระทั่งได้โดคุกกี้ที่เรียบเนียน ตักส่วนผสมปริมาณ 15 กรัม วางลงบนแผ่นรองอบ ริดด้วยลูกกลิ้งให้แบนและหนาสม่ำเสมอประมาณ 1 เซนติเมตร ตัดแผ่นโดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร แล้วนำไปอบบนถาดอบอุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำคุกกี้ที่อบมาพักไว้บนตะแกรงที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที จนเย็นและบรรจุในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บไว้ในที่แห้งที่อุณหภูมิห้อง และนำไปประเมินคุณภาพด้านต่าง ๆ ให้เสร็จภายใน 3 วัน

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของคุกกี้

คุกกี้เสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาทั้ง 4 ชุดทดลอง นำมาวัดค่ากิจกรรมน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่อง water activity meter วัดค่าสีที่ผิวหน้าคุกกี้ด้านบน และด้านล่าง จำนวน 6 ชิ้น ๆ ละ 4 จุด โดยใช้เครื่องวัดสี (CR-400, Konica Minolta Sensing Inc.) รายงานเป็นค่า $L^* a^* b^*$ และวัดคุณภาพการอบของคุกกี้ ตามวิธี AACC (1983) โดยวัดความกว้าง (W) ของคุกกี้ที่วางเรียงชิดกัน 6 ชิ้น ความหนา (T) ที่วางซ้อนทับกัน 6 ชิ้น และคำนวณค่าสัดส่วนการขยายตัวของคุกกี้ (spread ratio) จากการหารค่าเฉลี่ยของความกว้างด้วยค่าเฉลี่ยของความหนา (W/T)

การประเมินทางประสาทสัมผัสของคุกกี้

การยอมรับทางประสาทสัมผัส ประเมินโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความกรอบ ความรู้สึกในปาก และความชอบโดยรวม ใช้แบบทดสอบ 7-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด; 7 = ชอบมากที่สุด) คัดเลือกระดับการเติมกระดูกปลาผงที่เหมาะสมไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำคุกกี้ที่คัดเลือกจากผลทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามวิธี AOAC (2000) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น โดยวิธีการอบแห้งที่ 102 องศาเซลเซียส ปริมาณไขมัน โดยวิธี Soxhlet extraction ปริมาณเถ้าทั้งหมด โดยการเผาที่ 550 องศาเซลเซียส ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl ($N \times 6.25$) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากการหักลบ

การวิเคราะห์สถิติ

ข้อมูลดิบจากการทดลอง 2 ซ้ำ นำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ค่ากิจกรรมน้ำอิสระและปริมาณความชื้นของคุกกี้

ผลของการเติมกระดูกปลาทั้ง 4 ชุดทดลองในผลิตภัณฑ์คุกกี้ในระดับที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 ของน้ำหนักโดต่อค่ากิจกรรมน้ำอิสระ (a_w) ค่าความชื้น และคุณภาพการอบ แสดงใน Table 2

ค่า a_w ของคุกกี้ที่เติมกระดูกปลาทั้ง 3 ระดับ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อยู่ในช่วง 0.33-0.41 และไม่แตกต่างจากคุกกี้ชุดควบคุม (0%) สอดคล้องกับงานวิจัยของผกาวิติ ภูจันทร์ (2559) ที่รายงานค่า a_w ของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสลาด มีค่าอยู่ในช่วง 0.37-0.52 ค่า a_w ที่ต่ำกว่า 0.6 เป็นสภาพที่ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา และจัดคุกกี้ที่ได้เป็นกลุ่มอาหารแห้งที่จะเก็บไว้ได้นาน (นิธิยา รัตนานนท์, 2549)

ปริมาณความชื้นของคุกกี้ มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จาก 4.58% เป็น 1.73% ตามระดับการเติมกระดูกปลาทั้ง 4 ชุดทดลองที่เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Abdel-Moemin (2015) ที่พบการลดลงของความชื้นของคุกกี้เมล็ดแฟลกซ์และอบเชยที่มีการแทนที่แป้งสาลีด้วยกระดูกปลานิลปรุงสุกในปริมาณ 0-24% จาก 5.5% เป็น 4.8% อย่างไรก็ตาม Fong-in, Phosri, Suttiaprapa, Pimpangan & Utama-ang (2020) รายงานแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในคุกกี้ลิ้งคโปร (cashew nut cookies) จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยกระดูกปลานิลผงเพิ่มขึ้น ซึ่งผู้วิจัยระบุเหตุผลว่า อาจเกิดจากการที่กระดูกปลาที่มีสมบัติดูดความชื้นได้ดี ทำให้ดูดความชื้นจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่คุกกี้

Table 2 Moisture content, water activity, width^{1/}, thickness^{2/} and spread ratio^{3/} of cookies enriched with different levels of cooked fish bones (CFB)

Samples	Moisture (%)	Water activity ^{NS}	Width (centimeter)	Thickness ^{NS} (centimeter)	Spread ratio
0% CFB	4.58 ^a ±0.35	0.41±0.04	5.91 ^a ±0.01	0.78±0.03	7.577
3% CFB	2.93 ^{ab} ±1.15	0.41±0.10	5.58 ^b ±0.08	0.77±0.05	7.240
6% CFB	1.78 ^b ±0.52	0.33±0.02	5.45 ^b ±0.01	0.75±0.05	7.267
9% CFB	1.73 ^b ±0.01	0.34±0.02	5.38 ^b ±0.06	0.74±0.04	7.270

Note: ^{1/}Width of 6 cookies next to each other and divided by 6. ^{2/}Thickness of 6 cookies above each other and divided by 6. ^{3/}Width/thickness. Different letters in each column represent significant differences according to Duncan's multiple range test ($P < 0.05$). NS means not significant difference ($P > 0.05$).

คุณภาพการอบของคุกกี้

จาก Table 2 ความกว้างเฉลี่ยของคุกกี้ที่เติมกระดูกปลาผงมีค่าน้อยกว่าชุดควบคุม (0%) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) การเติมกระดูกปลาผงทั้ง 3 ระดับ ทำให้ความกว้างและความหนาของคุกกี้ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แม้ว่ามีแนวโน้มลดลงตามระดับการเติมกระดูกปลาที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่า spread ratio มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สอดคล้องกับแนวโน้มที่พบในคุกกี้เมล็ดแฟลกซ์และอบเชยที่เติมเติมกระดูกปลานิลผง (Abdel-Moemin, 2015) อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวพบแนวโน้มการลดลงของค่าความหนาและการเพิ่มขึ้น spread ratio ของคุกกี้ที่ชัดเจน เช่นเดียวกับการทดแทนแป้งสาลีด้วยกระดูกปลานิลผงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ spread ratio ของคุกกี้สังคโปรเพิ่มขึ้น (Aziah, Noor & Ho, 2012) โดยค่า spread ratio ของคุกกี้ จะมีความสัมพันธ์กับความหนืดของโด เมื่อเติมกระดูกปลาผงลงไป โดจะดูดซับน้ำได้น้อยลง ทำให้โดที่ได้มีความหนืดต่ำและส่งผลให้ค่า spread ratio เพิ่มขึ้น (Fong-in, Phosri, Suttiaprapa, Pimpangan, & Utama-ang, 2020)

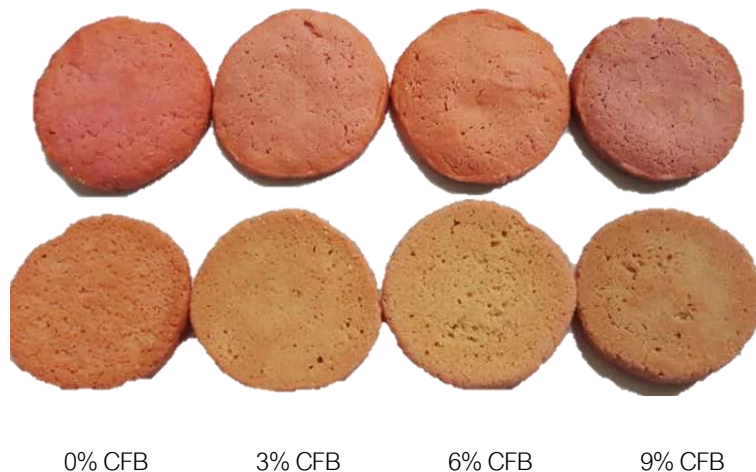
คุณภาพด้านสีของคุกกี้

สีผิวด้านบนและด้านล่างของคุกกี้ที่เติมกระดูกปลาทบิมผงในระดับแตกต่างกัน แสดงใน Figure 1 และ Table 3 จะเห็นได้ว่า ผิวด้านบนของคุกกี้มีสีออกแดง และผิวด้านล่างมีสีออกเหลือง การเติมกระดูกปลาผงเพิ่มมากขึ้น มีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่าง (L^*) กับค่าสีเหลือง (b^*) ของผิวทั้งด้านบนและด้านล่างของคุกกี้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และมีค่าทั้งสองสูงสุดที่ระดับเติม 9% ของน้ำหนักโด อาจเนื่องมาจากกระดูกปลาผงมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวนวล สอดคล้องกับงานวิจัยของผกาวิติ ภูจันทร์ (2559) ที่รายงานว่คุกกี้เสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดสูตรพื้นฐานมีค่า L^* และ b^* ต่ำที่สุดและสูงที่สุดในคุกกี้ที่เสริมแคลเซียม 30% ของน้ำหนักแป้งสาลี สำหรับค่าสีแดง (a^*) ของคุกกี้ที่เติมกระดูกปลาทบิมผง มีค่าสูงกว่าคุกกี้ที่เติมกระดูกปลาสดประมาณ 5 เท่า เนื่องจากเติมน้ำปืทุที่ที่มีสีแดงลงไปด้วย

Table 3 Color parameters of cookies enriched with different levels of cooked fish bones (CFB)

Samples	Top side			Bottom side		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0% CFB	49.42 ^c ±0.84	15.60 ^a ±0.75	15.31 ^b ±0.47	50.51 ^c ±3.84	9.79 ^a ±1.77	20.16 ^c ±0.53
3% CFB	50.26 ^c ±2.71	12.30 ^c ±0.33	16.43 ^b ±0.85	53.28 ^b ±1.25	6.54 ^b ±2.37	20.06 ^c ±1.98
6% CFB	52.88 ^b ±2.61	12.80 ^c ±0.93	22.15 ^a ±4.76	53.60 ^b ±3.53	10.26 ^a ±0.49	23.62 ^b ±5.91
9% CFB	56.17 ^a ±1.17	13.49 ^b ±0.81	23.55 ^a ±1.36	58.68 ^a ±1.29	7.74 ^b ±1.78	31.08 ^a ±0.63

Note: Different letters in each column represent significant differences according to independent samples t-test ($P < 0.05$). L* is the lightness component and ranges from 0 (black) to 100 (white), a* is redness (green to red) and b* is yellowness (blue to yellow).

**Figure 1** Cookie enriched with different levels of cooked fish bones (CFB)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้

การเติมกระดูกปลาทบที่เพิ่มส่งผลกระทบต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ ดังแสดงใน Table 4 ในด้านลักษณะปรากฏและสี ผู้ทดสอบ 30 คน ให้คะแนนความชอบคุกกี้ที่มีการเติมกระดูกปลาผง 3-9% ของน้ำหนักโด ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย แต่น้อยกว่าสูตรควบคุม (0%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเนื่องจากการเติมกระดูกปลาผงส่งผลให้คุกกี้มีความกว้างที่ลดลงและมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น การเติมกระดูกปลาผง 9% ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณลักษณะด้านกลิ่น ความกรอบและความรู้สึกในปาก โดยได้คะแนนการยอมรับทั้ง 3 ด้านต่ำที่สุด อยู่ในช่วงเฉย ๆ - ชอบเล็กน้อย และแตกต่างกับคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ด้านความชอบโดยรวมพบว่า การเติมกระดูกปลาผงทั้ง 3 ระดับ ทำให้คะแนนความชอบของคุกกี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม โดยเฉพาะที่ระดับการเติม 9% ได้คะแนนต่ำที่สุด ผลที่ได้สอดคล้องการเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดลงในคุกกี้ ซึ่งการเพิ่มปริมาณจาก 10% เป็น 30% ของน้ำหนักแป้งสาลี ทำให้คะแนนการยอมรับในคุณลักษณะต่างๆ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ผกาวิทย์ ภูจันทร์, 2559)

Table 4 Sensory scores of cookies with different levels of cooked fish bones (CFB)

Samples	Sensory attributes					
	Appearance	Color	Aroma	Crispness	Mouth-feel	Overall liking
0% CFB	5.77 ^a ±1.22	5.63 ^a ±1.35	5.83 ^a ±1.15	5.43 ^a ±1.22	5.43 ^a ±1.15	6.17 ^a ±0.70
3% CFB	5.03 ^b ±1.03	5.00 ^b ±1.23	5.50 ^{ab} ±1.41	5.53 ^a ±1.25	5.03 ^{ab} ±1.31	5.40 ^b ±1.04
6% CFB	5.23 ^b ±1.01	5.03 ^b ±1.43	5.30 ^{ab} ±1.32	5.60 ^a ±1.28	5.07 ^{ab} ±1.27	5.03 ^b ±1.07
9% CFB	4.93 ^b ±1.26	4.80 ^b ±1.06	4.97 ^b ±1.33	4.57 ^b ±1.25	4.53 ^b ±1.28	4.47 ^c ±1.01

Notes: Different letters in each column represent significant differences according to Duncan's multiple range test ($P < 0.05$). A 7 - point hedonic scale ranging from 1 = dislike very much to 7 = like very much was used to evaluate the attribute in the table ($n = 4$ samples, $n = 30$ panelists).

องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้

จากข้อมูลทางประสาทสัมผัส คุกกี้ที่เติมกระดูกปลาทั้งในระดับ 3% และ 6% ได้รับคะแนนการยอมรับในทุกด้านไม่แตกต่างกัน และทุกคุณลักษณะได้คะแนนมากกว่า 5.0 ซึ่งอยู่ในช่วงขอบเล็กน้อยขึ้นไป จึงได้นำคุกกี้ทั้ง 2 สูตรไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้ผลแสดงใน Table 5 จะเห็นได้ว่า คุกกี้ทั้งสองสูตรมีปริมาณไขมันและโปรตีนใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) การเติมกระดูกปลาเพิ่มขึ้นจาก 3% เป็น 6% ทำให้ปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้น 1.84% ในขณะที่ปริมาณความชื้นและคาร์โบไฮเดรตลดลง 1.15% และ 0.87% ตามลำดับ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด 10% ของน้ำหนักแป้งสาลี ในงานวิจัยของผกาวิดี ภูจันทร์ (2559) ที่มีปริมาณความชื้น 1.43% โปรตีน 7.59% คาร์โบไฮเดรต 56.29% ไขมัน 26.62% และเถ้า 0.87% จะเห็นว่ามีส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นปริมาณเถ้าที่มีค่ามากกว่า 3.7-5.8 เท่า

Table 5 Proximate composition of cookies enriched with 3% and 6% cooked fish bones (CFB)

Samples	compositions (g/100g)				
	Moisture	Ash	Fat ^{NS}	Protein ^{NS}	Carbohydrate
3% CFB	2.93 ^a ±0.90	3.24 ^b ±0.04	25.83±0.48	9.13±1.04	58.86 ^a ±0.58
6% CFB	1.78 ^b ±0.56	5.08 ^a ±0.28	25.45±0.22	9.69±0.69	57.99 ^b ±0.68

Notes: Different letters in each column represent significant differences according to independent samples t-test ($P < 0.05$). NS means not significant difference ($P > 0.05$).

สรุป

การใช้กระดูกปลาปรุงสุกเป็นส่วนผสมของการเตรียมคุกกี้ มีวัตถุประสงค์เพิ่มแร่ธาตุของผลิตภัณฑ์ และเป็นการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ของการบริโภคปลาให้เกิดประโยชน์ ผลการศึกษาพบว่า คุกกี้ที่เติมกระดูกปลาปรุงสุกทั้ง 3 ระดับ มีคุณภาพทางารอบ ทั้งความกว้าง ความหนา และค่าสัดส่วนการแผ่ขยาย รวมทั้งค่ากิจกรรมน้ำอิสระ (a_w) ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่มีสีเหลืองสว่างเพิ่มขึ้น (ค่า L^* และค่าสี b^* เพิ่มขึ้น) ตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับคุกกี้ชุดควบคุม การเติมกระดูกปลาส่งผลให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ

สี และความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่น ความกรอบ ความรู้สึกในปากมีความแตกต่างจากชุดควบคุมที่ระดับการเติมมากกว่า 6% ของน้ำหนักโด เมื่อนำคุกกี้ที่เติมกระดูกปลาผง 3 และ 6% ซึ่งได้รับคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากกว่า 5 ขึ้นไป (ระดับชอบเล็กน้อย) ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีคาร์โบไฮเดรต 57.99-58.86% ไขมัน 25.45-25.83% โปรตีน 9.13-9.69% เถ้า 3.24-5.08% และความชื้น 1.78-2.93% งานวิจัยนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้กระดูกปลาผงสูงในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ซึ่งหากพิจารณาจากปริมาณแร่ธาตุที่เพิ่มขึ้นได้สูงสุดเป็นเกณฑ์ตัดสิน สรุปได้ว่า การเติมระดับ 6% ของน้ำหนักโดเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตาม อาจมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเก็บรักษาของคุกกี้ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ รวมทั้งการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ และการเกิดกลิ่นหืนเพื่อใช้ประกอบการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- จรีมาศ ที่อำมาตย์. (2550). ขนบั้งกรอบจากแป้งข้าวเจ้าหอยมวนิลเพิ่มแคลเซียมจากกระดูกปลา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิธิยา รัตนพานนท์. (2549). เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ผกาวิทย์ ภูจันทร์. (2559). ผลของการเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์คุกกี้. Rajabhat Journal of Sciences, Humanities & Social Sciences, 17(1), 54-61.
- พิรพงษ์ ทองอุบล, นิภาพร ชิดพันธ์, กุลชญา สิวหงวน, และสุลิตา สิงโสม. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กราโนล่าบาร์เสริมแคลเซียมจากกระดูกปลารายผง. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 4 (น. 1012-1019). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์. (2558). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คุกกี้ มผช.118/2555. สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม 2564, จาก [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0118_55\(คุกกี้\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0118_55(คุกกี้).pdf)
- ศรีสมร คงพันธุ์. (2551). คุกกี้และขนมปัง (Cookie and bread). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แสงแดด.
- AACC (1983). Approved methods of American association of cereal chemists. St. Paul, Minnesota: American Assoc. Cereal Chem.
- Abdel-Moemin, A. R. (2015). Healthy cookie from cooked fish bones. Food Bioscience, 12, 114-121.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Aziah, N., Noor, M., & Ho, L.H. (2012). Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. International Food Research Journal, 19(4), 1539-1543.
- Benjakul, S., & Kamjanapratum, S. (2018). Characteristics and nutritional value of whole wheat cracker fortified with tuna bone bio-calcium powder. Food Chemistry, 259, 181-187.
- Fong-in, S., Phosri, P., Suttiprapa, S., Pimpangan, T., & Utama-ang, N. (2020). Effect of substitution of wheat flour with Nile tilapia bone powder on the quality characteristics of cashew nut cookies. Chiang Mai University Journal of Natural Sciences, 19(4), 997-1011.
- Hamada, M., Nagai, T., Kai, N., Tanoue, Y., Mae, H., Hashimoto, M., Miyoshi, K., Kumagai, H., & Saeki, K. (1995). Inorganic constituents of bone of fish. Fisheries Science, 61(3), 517-520.
- Hemung, B., & Sriuttha, M. (2014). Effects of tilapia bone calcium on qualities of tilapia sausage. Kasetsart Journal - Natural Science, 48, 790-798.
- Prapasuwannakul, N. (2019). Consumer acceptance of nutritional enrichment of fish crackers used for snacks with fish bones. In R.S. Goonetilleke & W. Karwowski (Eds.), Advances in physical ergonomics & human factors: AHFE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 789 (pp. 242-250). Cham: Springer.